

白皮书
2019-10



车辆高精度定位白皮书



目录

摘 要	P1
1 车联网高精度定位发展趋势分析	P2
2 车联网定位需求与挑战	P4
3 车联网高精度定位系统架构	P6
4 车辆高精度定位关键技术	P8
5 C-V2X高精度定位技术发展方向探讨	P18
6 总结	P19
7 主要贡献单位	P20

摘要

车联网是车与车、车与人、车与道路基础设施以及车与网络之间进行无线通信和信息交换的系统网络，是能够实现智能交通管理、智能动态信息服务和车辆智能化控制的一体化网络。

车联网具有技术整合、信息共享、产业融合的特点。车联网将定位技术、传感器技术、通信技术、互联网技术等多种先进技术有机的运用，并由此衍生出诸多增值服务。其中，定位技术是车联网的关键技术之一，是实现车辆安全通行的重要保障。在车联网应用中，不同的应用场景对定位的要求也不同。例如辅助驾驶中对车的定位精度要求在米级，而对于自动驾驶业务，其对定位的精度要求亚米级甚至厘米级。虽然对定位精度要求不同，但定位的连续性是车联网业务安全可靠的必要前提，考虑到环境（遮挡、光线、天气）、成本以及稳定性等因素，单纯采用某一种定位技术并不能满足车联网业务的定位需求。

本白皮书旨在研究车联网环境下的车辆高精度定位技术，通过分析目前车联网中的定位技术以及不同应用场景下的定位需求及挑战，提出车辆高精度定位的系统架构及相应关键技术，为后续车联网定位的标准化以及在自动驾驶和智能交通中的应用提供重要参考。

1 车联网高精度定位发展趋势分析

1.1 车联网高精度定位现状

根据场景以及定位性能的需求不同，车辆定位方案是多种多样的。在大多数的车联网应用场景中，通常需要通过多种技术的融合来实现精准定位，包括GNSS（Global Navigation Satellite System）、无线电（例如蜂窝网、局域网等）、惯性测量单元（Inertial Measurement Unit, IMU）、传感器以及高精度地图。其中，GNSS或其差分补偿RTK（Real-time Kinematic），是最基本的定位方法。考虑到GNSS技术在遮挡场景、隧道以及室内的不稳定（或不可用），其应用场景受限于室外环境。基于传感器的定位是车辆定位的另一种常见方法，然而高成本和对环境的敏感性也限制了其应用前景。通常，GNSS或传感器等单一技术难以满足现实复杂环境中车辆高精度定位的要求，无法保证车联网定位的稳定性。因此会通过其他一些辅助方法例如惯性导航、高精度地图等，以满足高精度定位需求。

1.2 产业情况

高精度定位硬件、软件、位置校正服务是自动驾驶汽车的核心要素。恶劣天气、重复场景、非视距场景和车载传感器不稳定情况下，高精度定位在自动驾驶中起决定性作用。通过调查，车厂的需求见表1-1。

表1-1 车企对高精度定位需求举例

车企	车企一	车企二	车企三	车企四	车企五	车企六	车企七
自动驾驶何时需要高精度地图	L3级及以上	L4级及以上	L3级及以上	L3级及以上	L3级+至L4级	L3级及以上	L3级及以上
自动驾驶预计产业化运用时间	2020年	2020年	2021年	2021年以后	/	2020年6月前	2020年
辅助驾驶定位精度要求	<1m	偏转后1.5m内	<50cm	<50cm	1m左右	<1m	1m左右
自动驾驶定位精度要求	<10cm	<10cm	<20cm	<20cm	<20cm	<10cm	<10cm

随着ADAS功能逐步的进入传统汽车，使之成为传统汽车的标配，而自动驾驶汽车的量产计划也会在未来3-5年内实现。高精度定位服务在汽车行业的应用具有非常广阔的前景。

2018 年，中国汽车产销分别为 2781 万辆和 2808 万辆，其中乘用车共销售 2251 万辆，汽车保

有量超 2.4 亿辆。2017年我国卫星导航与位置服务市场规模达到2620亿元。巨大的汽车市场为车联网的发展奠定了坚实的基础。目前高精度导航设备市场的成本在 3 万元左右。然而，在星地基增强系统一体化建成后以及导航终端芯片化集成后，高精度导航设备技术方案必然会明显简化，当其形成明显规模优势后，成本将降到汽车市场认可的量产价格。2020年，中国V2X用户将超4000万，若按30%需求实现高精度定位能力，市场规模就将达到1200亿元。

2 车联网定位需求与挑战

2.1 车联网定位需求指标

车联网主要涉及三大业务应用，包括交通安全、交通效率和信息服务，对于不同业务应用，有不同的定位性能指标需求。同时，车辆作为移动的实体会经历不同的应用场景，包括高速公路、城市道路、封闭园区以及地下车库等。不同的应用场景，对定位的技术要求也各不相同。典型的交通安全类业务包括交叉路口碰撞预警、紧急制动预警等；典型的交通效率业务包括车速引导、紧急车辆避让等；典型的信息服务业务包括近场支付、地图下载等。典型的车联网业务对定位的业务需求表2-1所示。

表2-1 C-V2X主要应用场景及定位指标

应用场景	典型场景	通信方式	定位精度 (m)
交通安全	紧急制动预警	V2V	$\leq [1.5]$
	交叉路口碰撞预警	V2V	$\leq [5]$
	路面异常预警	V2I	$\leq [5]$
交通效率	车速引导	V2I	$\leq [5]$
	前方拥堵预警	V2V, V2I	$\leq [5]$
	紧急车辆让行	V2V	$\leq [5]$
信息服务	汽车近场支付	V2I, V2V	$\leq [3]$
	动态地图下载	V2N	$\leq [10]$
	泊车引导	V2V, V2P, V2I	$\leq [2]$

同时，自动驾驶作为车联网的典型应用已经逐步渗透到人们的生活中，封闭或半封闭园区的无人摆渡、无人清扫、无人派送，以及矿区的无人采矿、无人运输等，已经成为无人驾驶的典型应用。高

精度定位是实现无人驾驶或者远程驾驶的基本前提，因此对定位性能的要求也非常严苛，其中L4/L5级自动驾驶对于定位的需求如表2-2所示。

表2-2 L4/L5级自动驾驶汽车定位系统指标要求

项目	指标	理想值
位置精度	误差均值	< 10cm
位置鲁棒性	最大误差	< 30cm
姿态精度	误差均值	< 0.5 度
姿态鲁棒性	最大误差	< 2.0 度
场景	覆盖场景	全天候

2.2 车联网定位面临的挑战

目前，目前车联网场景的定位需求主要面临以下三个方面：定位精度及定位范围、通信时延和网络部署。

- 满足不同应用场景下的定位需求：目前室外的定位技术以实时动态差分技术（Real-time Kinematic, RTK）为主，在室外空旷无遮挡环境下可以达到厘米级定位，但考虑到城市环境密集高楼区，以及会经历隧道、高架桥、地下停车场等遮挡场景，需要结合惯性单元使用融合算法保持一定时间的精度。所以如何保障车辆在所有场景下的长时间稳定高精度定位，是车联网应用场景下车辆高精度定位的巨大挑战。因此需要结合蜂窝网定位、惯导、雷达、摄像头等，通过多源数据融合保障车辆随时随地的定位精度。

- 高精度地图的绘制和更新。高精度定位需要有与之匹配的高精度地图才有意义。从定位技术上，对于摄像头、雷达等传感器定位，需要有相应的高精度地图匹配，以保证实现厘米级的定位。另外，从车联网业务上，路径规划、车道级监控和导航，也需要高精度地图与之配合才能实现。然而绘制高精度地图成本高且复杂，且需要定期更新才能保证定位性能和业务需求。

- 高精度定位成本较高。为保障车辆高精度定位的性能需求，需要融合蜂窝网、卫星、惯导、摄像头以及雷达数据，而对于惯导、雷达等，成本较高，难以实现快速普及，限制了车辆高精度定位的商业应用。

3 车联网高精度定位系统架构

在5G及C-V2X迅速发展和快速普及的背景下，基于车联网的应用业务在快速扩展。而高精度定位作为车联网整体系统中的关键部分，结合对车辆高精度定位的场景分析和性能需求，主要包括终端层、网络层、平台层和应用层，如图3-1所示。其中终端层实现多源数据融合（卫星、传感器及蜂窝网数据）算法，保障不同应用场景、不同业务的定位需求；平台层提供一体化车辆定位平台功能，包括差分解算能力、地图数据库、高清动态地图、定位引擎，并实现定位能力开放；网络层包括5G基站、RTK基站和路侧单元（Road Side Unit, RSU），为定位终端实现数据可靠传输；应用层基于高精度定位系统能够为应用层提供车道级导航、线路规划、自动驾驶等应用。

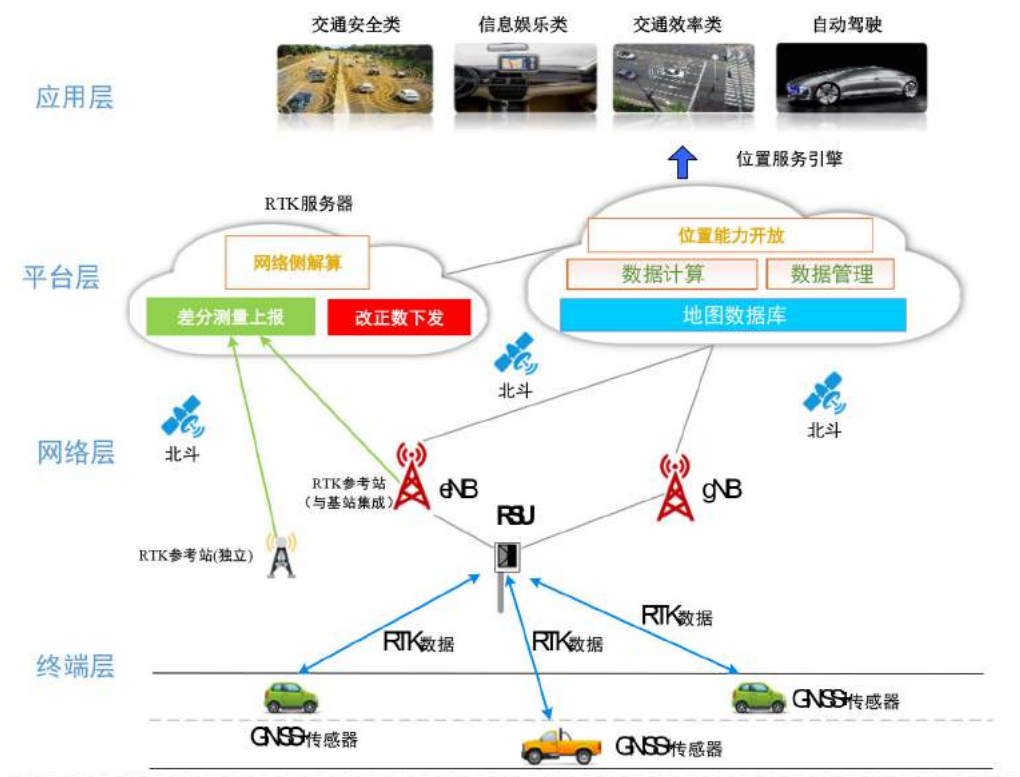


图3-1 车辆高精度定位系统网络架构图

(1) 终端层

为满足车辆在不同环境下的高精度定位需求，需要在终端采用多源数据融合的定位方案，包括基于差分数据的GNSS定位数据、惯导数据、传感器数据、高精度地图数据以及蜂窝网数据等。

(2) 网络层

系统网络层主要实现信号测量和信息传输，包括5G基站、RTK基站和RSU路侧单元的部署。5G作为更新一代的通信技术，可以保证较高的数据传输速率，满足高精度地图实时传输的需求。5G基站也可完成与终端的信号测量，上报平台，在平台侧完成基于5G信号的定位计算，为车辆高精度定位提供辅助。基于5G边缘计算，可实现高精度地图信息的实时更新，提升高精度地图的实时性和准确性。

地基增强站主要完成RTK测量，地基增强站可以与运营商基站共建，大大降低网络部署以及运维成本。同时可通过5G网络实现RTK基站测量数据的传输，可实现参考站快速灵活部署。

RSU一方面可实现RTK信息播发，避免传统的RTK定位中终端初始位置的上报，同时RSU可提供局部道路车道级地图、实时动态交通信息广播。

(3) 平台层

平台层可实现功能模块化，主要包括：

- 高精度地图。静态高精度地图信息，如车道线、车道中心线、车道属性变化等，此外还包含道路的曲率、坡度、航向、横坡等参数，能让车辆准确的转向、制动、爬坡等，还包含交通标志牌、路面标志等道路部件，标注出特殊的点如 GNSS消失的区域、道路施工状态等。
- 交通动态信息。例如道路拥堵情况、施工情况、交通事故、交通管制、天气情况等动态交通信息。
- 差分解算。平台通过RTK基站不断接收卫星数据，对电离层误差、对流层误差、轨道误差以及多路径效应等误差在内的各种主要系统误差源进行了优化分析，建立整网的电离层延迟、对流层延迟等误差模型，并将优化后的空间误差发送给移动车辆。
- 数据管理。例如全国行政区划数据、矢量地图数据、基础交通数据、海量动态应急救援车辆位置数据、导航数据、实时交通数据、POI (Point of Interest) 数据等，这里的数据是经过数据生产工艺，进行整合编译后的运行数据。
- 数据计算。包括路径规划、地图静态数据计算、动态实时数据计算、大数据分析、数据管理等功能。

(3) 应用层

在应用层，为用户提供地图浏览、规划路线显示、数据监控和管理等功能，以及基于位置的其他车联网业务，例如辅助驾驶、自动驾驶等。

4 车辆高精度定位关键技术

4.1 基于RTK差分系统的GNSS定位

全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System，GNSS）是能在地球表面或近地空间的任何地点为用户提供全天候的3维坐标和速度以及时间信息的空基无线电导航定位系统，包括美国的GPS、俄罗斯的格洛纳斯卫星导航系统（GLONASS）、欧洲的伽利略系统（GALILEO）和中国的北斗系统（BDS）。

高精度GNSS增强技术通过地面差分基准参考站进行卫星观测，形成差分改正数据，再通过数据通信链路将差分改正数据播发到流动测量站，进而流动测量站根据收到的改正数进行定位。

（1）高精度GNSS差分改正数通过蜂窝网络向用户面播发

差分改正数的用户面播发是基于NTRIP（Networked Transport of RTCM via Internet Protocol），RTCM（Radio Technical Commission for Maritime）等协议实现的单播传输方法。实现步骤如下图4-1所示：



图4-1 高精度GNSS差分改正数通过蜂窝网络用户面播发

- 由地面基准参考站观测卫星数据，将原始卫星观测值传输至云端改正数解算及播发平台。
- 云端改正数解算及播发平台收到原始卫星观测数据后进行实时组网建模解算，形成区域网格化差分改正数。
- 终端流动站发起高精度改正数请求，并上报当前卫星定位取得的初始位置。

d) 云端改正数解算及播发平台根据终端位置匹配相应改正数，通过蜂窝网络用户面（互联网）下发至终端。

e) 终端设备根据自身的卫星观测值以及接收到的差分改正数进行高精度定位。

f) 在这种播发方式中，移动通信网络仅作为数据通路，差分改正数数据与单个蜂窝不产生直接关联关系。

(2) 高精度GNSS差分改正数通过蜂窝网络控制面播发

为了应对不同场景，将高精度GNSS引入移动通信网络控制面，不仅仅支持单播改正数的播发还支持广播的方式。具体的实现主要基于如下步骤：

a) 运营商定位服务器可以从参考站获得观测值，该参考站可以为第三方参考站，也可以是基于蜂窝网络中基站进行改造升级的参考站。

b) 在一个小区内，基站的位置可以看作用户的概略位置，定位服务器通过部署方式或者基站上报的方式可以获得基站的位置信息。

c) 定位服务器，基于获得基站的位置信息以及参考站的测量值，进行建模并产生改正数，根据应用场景的不同以单播或者广播的形式发送给终端。

d) 终端获取改正数后进行定位解算。

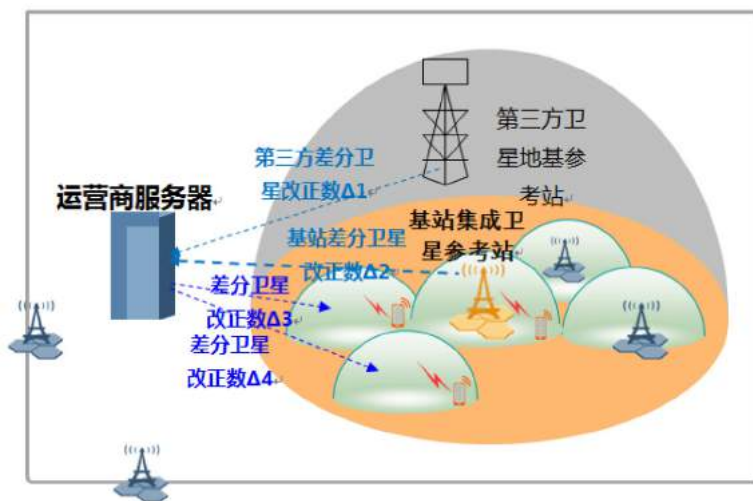


图4-2 基于移动通信网络的高精度GNSS定位原理图

差分改正数通过蜂窝网络控制面播发标准体系框架如下：

高精度GNSS在移动通信网络中主要涉及的网元有UE，eNB，MME以及E-SMLC（定位服务器）。

单播时，主要涉及的是UE与E-SMLC网元，E-SMLC和UE之间定位信令协议栈如图4-3所示。

广播时，定位服务器通过与基站的接口协议LPPa将数据发送给基站。基站通过空口广播给终端，E-SMLC和eNB之间定位信令协议栈如图4-4所示，广播时eNB与UE之间的协议栈为控制面协议栈如图4-5所示。

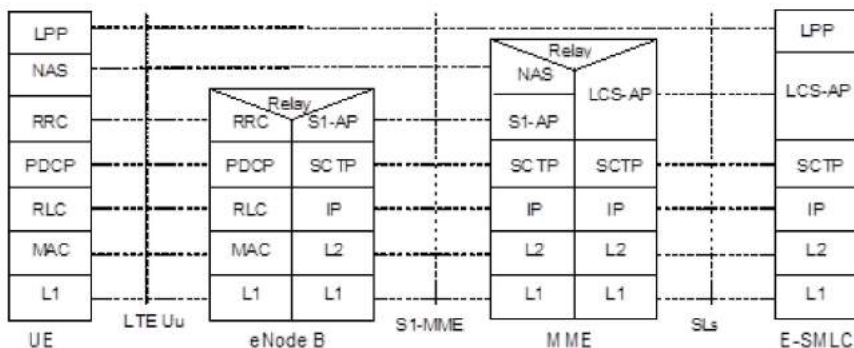


图4-3 E-SMLC和UE之间定位信令协议栈

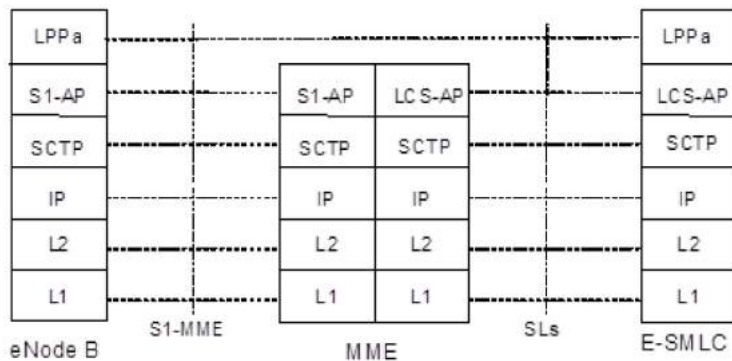


图4-4 E-SMLC和eNB之间定位信令协议栈

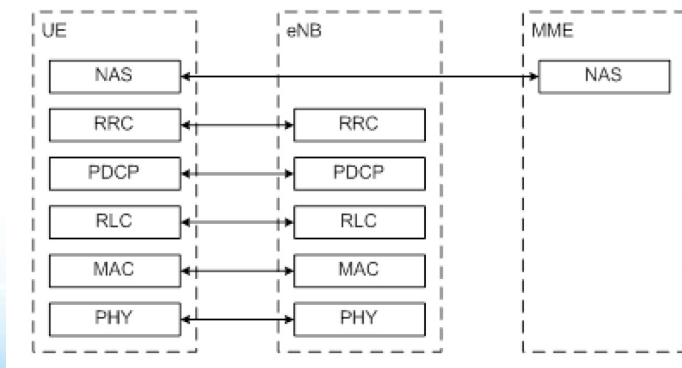


图4-5 控制面协议栈

高精度GNSS在车联网应用中的几点考虑

可用性：车联网的主要应用场景大多涉及到交通效率和交通安全，高精度定位的可用性是至关重要的核心指标。可用性对于基准参考站网的建设、运营、维护、后台数据中心的实时解算能力、服务稳定性以及通信链路的质量和覆盖都有较高的要求。

一致性：考虑到车联网的大规模应用必须基于良好的互联互通，并且各接入车联网相关应用的终端在位置数据上需要统一基准，高精度GNSS改正数据在生成和播发时也需要考虑到数据的一致性。数据不一致主要是由基准点坐标框架不一致，差分基准参考站的基准点坐标不精确，或差分改正数据解算方法不同造成的。

由此，不建议差分基准参考站独立负责该站点周边的差分信息覆盖，而是进行云端组网解算，来消除站与站之间，以及不同数据解算之间的差异，并适当考虑冗余的基准参考站备份，防止终端定位过程中由于匹配参考站不一致，运营商不一致等因素带来的定位数据偏差。

合规性：根据相关测绘法规，实时差分服务数据属于受控管理数据，需要采取用户审核注册的方式提供服务。其中提供优于1米精度服务的，基准站数据中心管理部门审核注册后应向省级以上测绘地理信息行政主管部门报备用户及使用目的等信息。且针对全国范围服务的服务提供商必须具有大地测量子项“全球导航卫星系统连续运行基准站网位置数据服务”甲级资质

基于法规考虑，高精度GNSS改正数的播发使用单播将主要考虑传播链路上各数据商的资质；使用广播将关注如何进行数据使用者的管控，合理解决方案还需深入研究与讨论。

4.2 传感器与高精地图匹配定位

视觉定位是通过摄像头或激光雷达等视觉传感器设备通过获取视觉图像，再提取图像序列中的一致性信息，根据一致性信息在图像序列中的位置变化估计车辆的位置。根据事先定位所采用的策略，可分为基于路标库和图像匹配的全局定位、同时定位与地图构建的SLAM（Simultaneous localization and mapping）、基于局部运动估计的视觉里程计三种方法。

（1）全局定位：全局定位需要预先采集场景图像，建立全局地图或路边数据库，当车辆需要定位时，将当期位姿图像与路边数据库进行匹配，再估计当期图像与对应路边之间的相对位置，最终得到全局的定位信息。

（2）V-SLAM：同时定位与地图构建基于采集到的视觉信息，在车辆行驶的过程中对经过的区域进行地图构建和定位。

(3) 视觉里程计：视觉里程计（Visual Odometry, VO）是以增量式地估计移动机器人的运动参数。视觉里程计关注如何计算图像序列中相邻图像间所反映出的机器人位姿变化，并将局部运动估计的结果累积到车辆轨迹中。

应用于自动驾驶的高精地图相较于传统地图提供了更加丰富的语义信息，除了包含车道模型如车道线、坡度、曲率、航向、车道属性、连通关系等内容外，还包括大量定位对象（object），即路面、两侧或上方的各种静态物体，如路缘石、栅栏、交通标牌、交通灯、电线杆、龙门架等，这些元素均含包含精确的位置信息，通过激光雷达（LiDAR）、相机（Camera）和毫米波雷达（Radar）识别出地图上的各类静态地物，然后将这些对象与地图上存储的对象进行比对（Map Matching），匹配过后，通过相对姿态和位置关系，即可得到车辆自身精确位置和姿态，实现无GPS条件下的自定位，如图4-6所示。

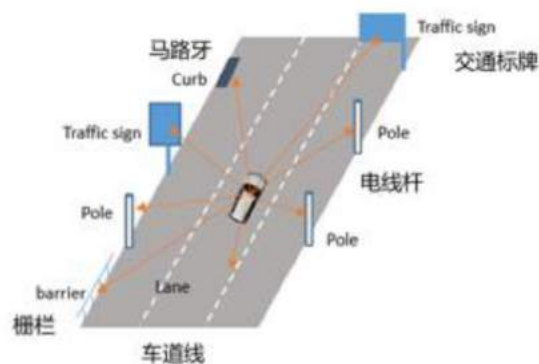


图4-6 基于语义级的高精度地图匹配定位对象

基于语义级高精度地图定位原理为，采用惯性递推或航位推算获取定位预测值，再通过地图匹配定位与GNSS高精定位，进行滤波融合，对预测结果进行校正，获得精确定位信息，具体流程如图4-7所示：

- (1) 车身各类传感器（激光雷达、毫米波雷达、相机）通过标定与授时进行时间同步与空间同步；
- (2) 使用GNSS高精定位及惯导提供初始位置、速度、姿态；
- (3) 在上一历元的状态下，通过惯导惯性递推/车辆里程计/视觉里程计递推，获得下一历元的预测状态（通常情况下取惯导输出时间间隔为一历元）；

- (4) 根据当前预测位置，由高精度地图提取车身周围的高精度地图语义信息，包括车道线、马路牙、栅栏、交通标牌、交通灯、电线杆、龙门架等对象信息，并按目标类别进行分类；
- (5) 各传感器结合车辆预测状态，进行车道线/目标识别，并同样进行对象分类；
- (6) 通过分类对象进行对象匹配；
- (7) 匹配完成后，根据高精度地图中存储的对象位置、姿态信息，结合传感器测距、测姿结果，反向计算车辆位置、姿态信息，获得匹配定位结果；
- (8) 将RTK定位结果/匹配定位结果及车辆预测状态进行融合滤波，获得最终定位状态，并进行状态更新。

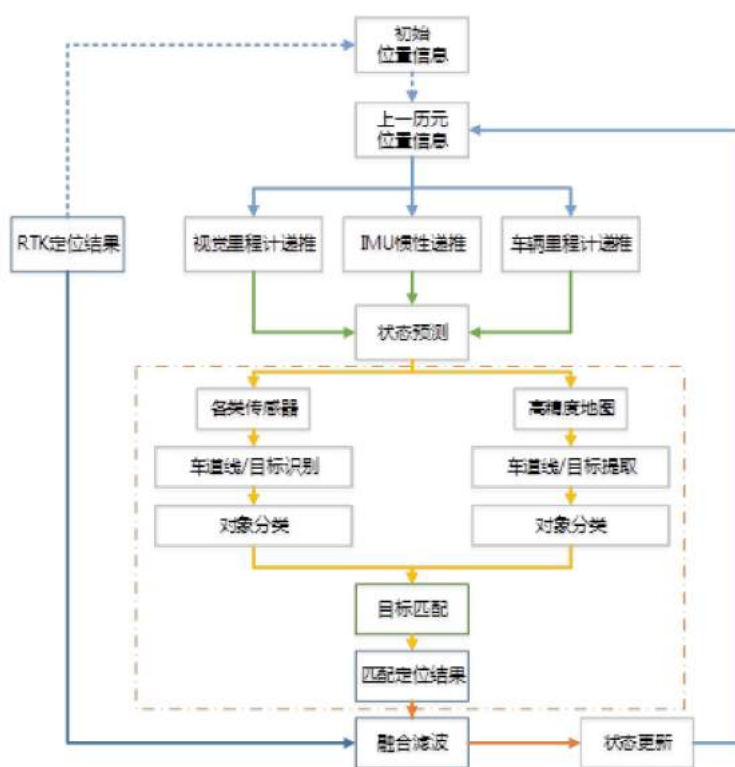


图4-7 基于语义级的高精度地图匹配定位流程

4.3 蜂窝网定位

蜂窝网络对于提高定位性能至关重要，尤其是伴随着5G的到来，其大带宽、低时延、高可靠的网络性能可支撑RTK数据和传感器数据的传输，高精度地图的下载和更新等，另外基于5G信号的定位也为车辆高精度定位提供强有力的支撑。

基于蜂窝网定位的基本逻辑架构如图4-8所示。一般来说，定位基本过程由定位客户端（LCS Client）发起定位请求给定位服务器，定位服务器通过配置无线接入网络节点进行定位目标的测量，或者通过其他手段从定位目标处获得位置相关信息，并最终计算得出位置信息并和坐标匹配。需要指出的是，定位客户端和定位目标可以合设，即定位目标本身可以发起针对自己的定位请求，也可以是外部发起针对某个定位目标的请求；最终定位目标位置的计算可以由定位目标自身完成，也可以由定位服务器计算得出。



图4-8 蜂窝网定位基本流程

E-UTRAN 的定位架构如图4-9所示，方框代表参与定位的功能实体，连接线表示实体间的通信接口以及相关协议。

E-SMLC通常可以被认为是控制面的定位服务器，可以是逻辑单元或者实体单元；MME一般可以通过MME完成控制面的定位请求。MME可以接受其他实体请求、或者自己发起定位请求；LMU定位测量单元，和E-SMLC交互测量信息，常用于上行定位测量，并且常和eNB合设；SLP（SUPL Location Platform）是承载SUPL协议的实体，通常可被认为是用户面定位服务器；SUPL（Secure User Plane）定位信息通过SUPL协议在用户面进行交互和传输；SET指用户面的定位目标。

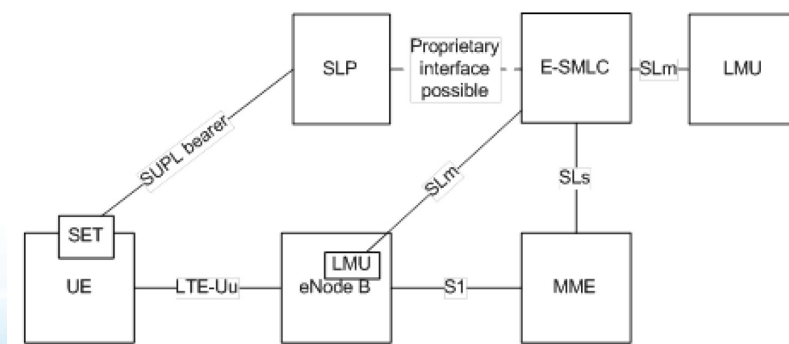


图4-9 E-UTRAN定位架构（图来源：3GPP TS 36.305）

UE与E-SMLC实体间信令通过LTE定位协议（LTE Positioning Protocol, LPP）通信，eNB与E-SMLC实体间信令通过LTE定位协议附加协议（LTE Positioning Protocol A, LPPa）通信。

基于4G的蜂窝定位，受信号带宽、同步以及网络部署的影响，定位精度一般在几十米左右，而随着5G的到来，大带宽、多天线以及高精度同步技术等支撑，可以使得5G的定位精度大大提高，目前在仿真/测试场景下，室内定位可达2~3米精度，可在室内及隧道环境下弥补卫星定位的不足。

4.4 同步

可靠的高精度定位系统基本都是基于同步系统的，包括卫星导航定位，地面高精度定位系统也基本遵循这一原则。高精度定位系统的同步精度每降低3ns就会引入1米左右的测距误差，因此时钟同步性能成为高精度同步技术的关键指标，地面定位网元节点间的高精度同步技术是这个领域研究的关键。V2X需要满足未来智能驾驶的信息交换需求，对同步的需求也显而易见。

由于在定位精度达到3~5米以内才能满足未来智能交通等大多数定位需求，同时考虑给测量误差留有余量，因此需要实现3 ns–10 ns左右的同步精度，才能实现3米甚至米级的、运营商级的地面定位网络。

除去定位系统/设备的时间同步预算，高精度定位对同步设备的时间同步要求和精度等级如表4-1所示。

表4-1 高精度定位的时间同步精度等级

时间同步精度等级	同步设备时间输出接口间指标	不同同步设备时间输出接口间指标（注）
A	$\pm 1\text{ns}$ （定位精度 1 米）	引入时差 $\leq \pm 5\text{ns}$
B	$\pm 5\text{ns}$ （定位精度 3 米）	引入时差 $\leq \pm 5\text{ns}$
C	$\pm 10\text{ns}$ （定位精度 5 米）	引入时差 $\leq \pm 5\text{ns}$

注：此指标是在“同步设备时间输出接口间指标”的基础上可额外引入的时差指标。

根据ITU-T标准，通信网的时间同步要求为：源到端的时间同步精度为 $\pm 1\mu\text{s}$ （国内运营商要求为 $\pm 130\text{ns}$ ），此称为绝对时间同步精度；通信基站间的最高同步精度为 $\pm 32.5\text{ns}$ ，此称为相对时间同步精度。虽然车辆高精度定位现只需要相对时间同步，但是通信网的时间同步要求远比车辆高精度定位

的时间要求低。现有3G/4G采用的同步技术只能达到百纳秒级的精度，无法满足米级的车辆高精度定位需求。

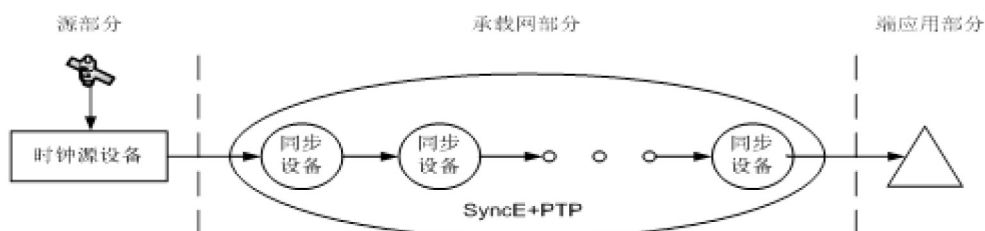


图 4-10 地面同步网划分

如图4-10所示，同步网可以划分为：源部分、承载网部分和端应用部分。在通信网中，端应用设备为通信基站。在定位应用中，端应用设备则为定位系统/设备。

为了满足车辆高精度定位的同步要求，提升同步网的整体同步精度，在研技术方向包括：

源部分：卫星授时技术、时钟源

承载网部分：时间同步协议、同步设备性能、光纤非对称性

车辆高精度定位对同步技术提出了比通信网更高的要求，是5G时代的一个重要需求。针对车辆高精度定位的需求，同步网各部分需要整体的技术提升，包括：

源部分：采用更高精度的时钟源技术，如卫星共视授时技术；

承载网部分：采用同步以太网物理层（SyncE）技术实现频率同步，采用PTP协议实现时间同步；同步设备需要通过内部技术的提升使设备性能提高；设备间需采用单纤双向技术。

图4-11为时间同步组网模型，其中与端应用设备（如定位系统）直连的承载同步设备可以是中间设备，而不一定是承载网的末端设备，且一个承载同步设备可以连接多个端的应用设备。

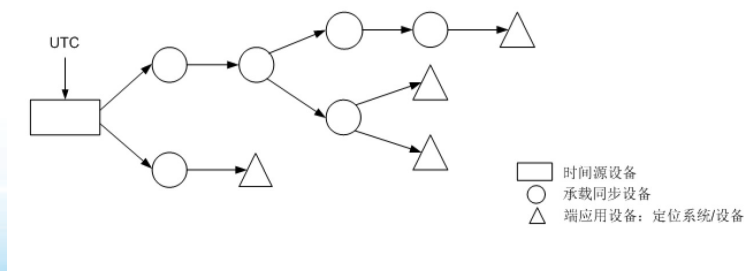


图4-11 时间同步组网模型

整个通信网中的各级同步网均可如上时间同步组网模型般进行扩展，即扩展连接至定位系统，如图4-12所示。利用地面通信同步网覆盖广、信号稳定可靠和受环境影响因素小等特点，可以更好的给车辆高精度定位提供支撑。

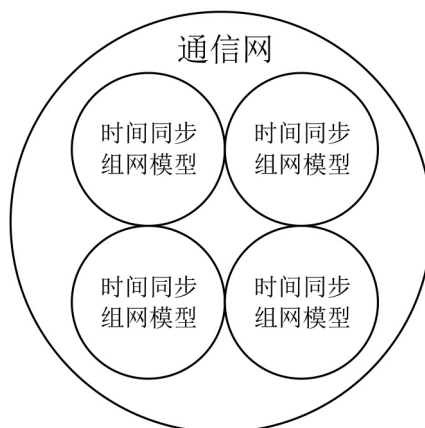


图4-12 时间同步组网模型扩展

5 C-V2X高精度定位技术发展方向探讨

车辆高精度定位是实现智慧交通、自动驾驶的必要条件。随着C-V2X服务从辅助驾驶到自动驾驶的发展，其性能要求从可靠性，时延，移动速度，数据速率，通信范围以及定位精度等方面发生变化。与其他服务不同，定位信息是保证车联网业务安全的基本要素之一。3GPP中描述了一些重要的定位关键指标，如定位精度、延迟、更新速率、功耗等。此外对于V2X服务，其定位存在一些特殊需求，例如连续性，可靠性和安全/隐私等。其中定位精度是V2X定位服务中最基本的要求，在一些高级驾驶的业务服务中，例如自动驾驶，远程驾驶和编队行驶，稳定的厘米级定位是其安全可靠服务的必要保障。

根据环境以及定位需求的不同，定位方案是多种多样的。GNSS或其差分补偿RTK方案是最基本的定位方法。考虑到GNSS在隧道或密集城市等场景中性能较差，其应用场景仅限于室外环境。GNSS通常要与惯导结合以增加其定位稳定性和场景适应性。基于传感器的定位也是车辆定位的另一种常见定位方法。但高成本、对环境的敏感性以及地图的绘制和更新也限制了传感器定位的快速普及和推广。GNSS或传感器等单一技术无法保证车辆在任意环境下的高精度定位性能，因此会结合其他一些辅助方法例如惯性导航、高精度地图、蜂窝网等以提高定位精度和稳定性。其中，蜂窝网络对于提高定位性能至关重要，例如RTK数据和传感器数据的传输，高精度地图的下载等。另外5G本身的定位能力，也为车辆高精度定位提供强有力的支撑

6 总结

本白皮书以在车联网环境下车辆高精度定位为研究内容，以定位技术现状为基础，对车联网场景下的定位需求指标进行分析；建立车辆高精度定位的系统网络架构，以满足不同的业务和场景需求；在车辆高精度定位技术中，基于卫星与基站协作定位提出通过基站播发差分信息的方法，基于车载传感与高精地图匹配提出利用照相机、摄像头以及雷达与高清地图匹配，实现基于语义级高精度地图定位；车辆高精度定位对同步技术提出了比通信网更高的要求，是5G时代的一个重要需求，针对车辆高精度定位的需求，同步网各部分需要整体的技术提升，包括源部分和承载网部分；车辆的高精度定位，必然是多种定位源的融合，本白皮书为车辆高精度定位技术演进和发展提供参考。

7 主要贡献单位





联系方式
电话: +86-10-62300164
邮箱: imt2020@catr.cn

COPYRIGHT© 2019IMT-2020 (5G) PROMOTION GROUP.
ALL RIGHTS RESERVED.

